




**Internal pressure control method e.g. for pneumatically adjustable automobile passenger seat, has pressure increase effected in successive steps**

**Patent number:** DE10202579  
**Publication date:** 2003-05-28  
**Inventor:** SCHULZ DANIEL (CA); KERN CHRISTOPH (DE); SCHROEDER WOLFRAM (US)  
**Applicant:** DAIMLER CHRYSLER AG (DE)  
**Classification:**  
- **International:** F15B1/00; F15B11/028; A47C7/26; B60N2/44  
- **European:** B60N2/44H; F15B11/028  
**Application number:** DE20021002579 20020124  
**Priority number(s):** DE20021002579 20020124

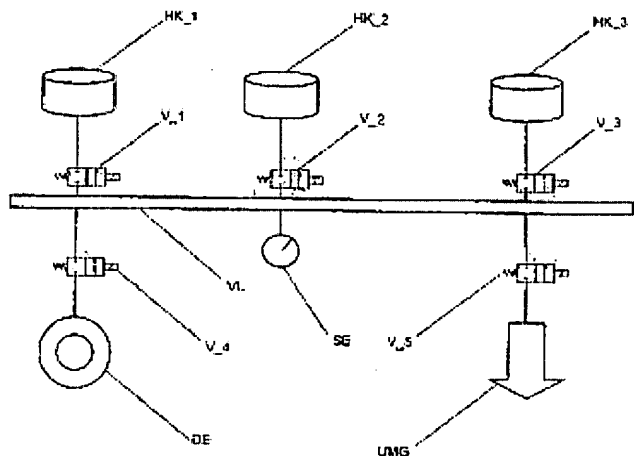
**Also published as:**

 US6823884 (B2)  
 US2003173805 (A1)  
 GB2384576 (A)

[Report a data error here](#)

**Abstract of DE10202579**

The method increases the pressure within at least one hollow body, for obtaining a required pressure within a defined tolerance, using a pressure generator (DE) coupled to the hollow body (HK1,HK2,HK3), with measurement of the actual internal pressure before and during the pressure increase. The pressure is increased in steps, with the internal pressure increased at each step by a calculated amount and the pressure increase steps continued until the sum of the actual internal pressure before the increase and the pressure increase amounts lies within the tolerance range of the required pressure. An Independent claim for a device for controlling the internal pressure within a hollow body is also included.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Patentschrift  
10 DE 102 02 579 C 1

51 Int. Cl. 7:  
F 15 B 1/00  
F 15 B 11/028  
A 47 C 7/26  
B 60 N 2/44

21 Aktenzeichen: 102 02 579.7-14  
22 Anmeldetag: 24. 1. 2002  
43 Offenlegungstag: -  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 28. 5. 2003

DE 102 02 579 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:  
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

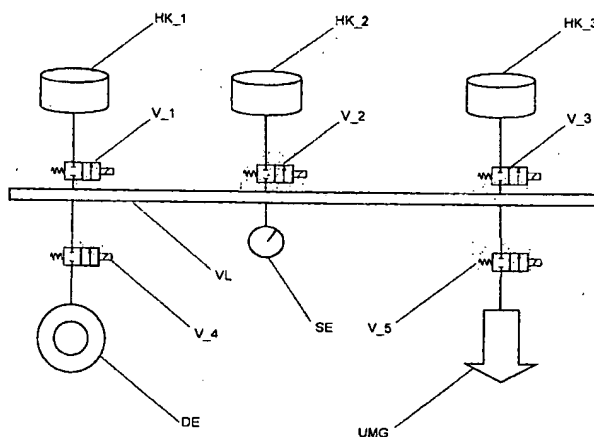
72 Erfinder:  
Schulz, Daniel, Dipl.-Ing., Winnipeg, CA; Kern,  
Christoph, Dipl.-Ing. (FH), 71263 Weil der Stadt, DE;  
Schröder, Wolfram, Dipl.-Ing., Tuscaloosa,  
Alabama, US

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE 42 10 049 C1  
DE 38 04 959 C2  
DE 195 15 050 A1

54 Verfahren zur Drucksteuerung

57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erhöhen oder Absenken des Innendrucks mindestens eines Hohlkörpers (HK\_1, HK\_2, HK\_3) auf einen vorgegebenen Soll-Innendruck. Der Soll-Innendruck wird dadurch eingestellt, daß nacheinander mehrere Druckerhöhungsschritte bzw. Druckabsenkungsschritte ausgeführt werden, bis der Innendruck vom Soll-Innendruck höchstens um eine vorgegebene Toleranz abweicht. Jeder dieser Schritte bewirkt eine Druckerhöhung bzw. Druckabsenkung, deren Betrag nicht größer als eine vorgegebene obere Schranke ist. Dadurch werden insbesondere Beeinträchtigungen des Komforts durch die Druckerhöhung bzw. Druckabsenkung vermieden. Der Ist-Innendruck wird nur zu Beginn des Verfahrens gemessen, der Betrag wird berechnet. In einer Ausführungsform des Verfahrens hängt dieser Betrag von den Volumina von Hohlkörper (HK\_1, HK\_2, HK\_3) und einer Versorgungsleitung (VL) sowie - bei einer Druckerhöhung - vom Druck ab, den ein Druckerzeuger (DE) erzeugt.



DE 102 02 579 C 1



- [0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erhöhen oder Absenken des Innendrucks eines Hohlkörpers auf einen vorgegebenen Soll-Innendruck.
- 5 [0002] Ein oder mehrere Hohlkörper sind mit unterschiedlichen Soll-Innendrüken zu versorgen. Diese Soll-Drücke können unterschiedlich sein und/oder über der Zeit variieren. Beispielsweise sind die Hohlkörper Teil eines Komfortsystems in einem Kraftfahrzeug, z. B. eines Systems mit pneumatisch einstellbaren Sitzen, und die Soll-Innendrüken hängen vom Wunsch eines Insassen ab. Die Hohlkörper sind dabei nicht nur in kurzer Zeit auf vorgegebene Innendrüken zu bringen. Zusätzlich ist eine Beeinträchtigung des Komforts durch eine abrupte, für die Insassen spürbare Druckänderung zu vermeiden. Weiterhin soll die Einstellung der Soll-Drücke möglichst wenige Sensoren und möglichst wenig Druck-
- 10 messungen erfordern.
- [0003] Aus DE 38 04 959 C2 ist ein Verfahren zum Befüllen von Hohlkörpern mit Hilfe eines Druckerzeugers bekannt. Offenbart wird die Anwendung, daß der Hohlkörper eine Menge von Luftkammern eines Sitzes, z. B. des eines Kraftfahrzeuges, ist und der Druckerzeuger eine Pumpe umfaßt. Nach Messung des Ist-Innendrucks eines der Hohlkörper wird dessen Innendruck zunächst mit Hilfe des Druckerzeugers schnell auf einen Wert nahe eines vorgegebenen Soll-Innendrucks gebracht. Ein Belüftungsventil wird geschlossen, der erreichte Ist-Innendruck wird mit dem Soll-Innendruck verglichen und bei einer Abweichung erneut Druck zugegeben. Vorzugsweise wird nach dem ersten Vergleich Druck mit verringerter Füllgeschwindigkeit, z. B. durch eine Pumpe mit geringerer Drehzahl oder einem Belüftungsventil mit verringertem Durchfluß, zugegeben.
- 15 [0004] Das in DE 38 04 959 C2 offenbarte Verfahren kann z. B. im Falle eines Kraftfahrzeug-Sitzes insbesondere bei einer großen Abweichung zwischen Soll- und Ist-Innendruck zu einer spürbaren, ja ruckartigen Druckänderung führen. Diese Druckänderung wird gerade dann, wenn schnell der ungefähre Soll-Innendruck erreicht wird, als Einschränkung des Sitzkomforts empfunden, u. U. wird der Sitzinsasse sogar erschreckt oder irritiert. Die oben beschriebene vorteilhafte Ausgestaltung erfordert darüber hinaus zusätzliche oder aufwendige Geräte, z. B. verschiedene Ventile oder eine steuerbare Pumpe.
- 20 [0005] Aus DE 42 10 049 C1 ist eine Druckversorgungsanlage für wenigstens zwei Verbraucher bekannt. Die wenigstens zwei Verbraucher sind mit zwei unterschiedlichen Nenndrüken zu versorgen. Ein Druckerzeuger läßt sich so aktivieren, daß er jeden der beiden geforderten Nenndrüken liefert. Die Anlage löst die Aufgabe, sicher zu verhindern, daß der Verbraucher mit dem niedrigeren Druck mit dem höheren Nenndruck beaufschlagt wird. Dies wird mit einer Schutzschaltung erreicht, bei der bestimmte Schaltstellungen nur bei bestimmten Druckniveaus erreichbar sind. Nicht offenbart wird, wie vermieden werden kann, daß bei der Versorgung mit Druck eine rasche Druckänderung und ein Überspringen des Druckverlaufs vermieden werden.
- 30 [0006] In DE 195 15 050 A1 wird ein Verfahren zur Fahrstabilitätsregelschaltung mit Steuerung über Druckgradienten offenbart. Ein Regler erhält als Eingangsgrößen eine Referenz-Geschwindigkeit  $v_{ref}$  und einen Lenkwinkel  $\delta$ . Geregelt werden u. a. der Gierwinkel  $g$  und die Gierwinkel-Geschwindigkeit  $\Psi$ . Eine Stellgröße ist der Druck  $p$  in den Radbremsen. Vorgegeben wird nicht der absolute Druck, sondern Druckänderungssignale, die vorschreiben, ob der Druck an den einzelnen Radbremsen erhöht oder erniedrigt werden soll. Die Druckänderung hängt von gemessenen Größen des Fahrzeugs ab, z. B. ein gefordertes zusätzliches Giermoment. Um die Druckänderung zu bestimmen, werden also Sensoren nicht nur für den Druck, sondern auch für weitere Größen benötigt.
- 40 [0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art zu schaffen, das die Nachteile des Standes der Technik vermeidet. Insbesondere sollen abrupte oder große Druckänderungen vermieden werden, und das Verfahren soll mit möglichst wenigen Sensoren und möglichst wenigen Druckmessungen auskommen.
- [0008] Die Aufgabe wird durch ein Verfahren nach Anspruch 1 und Anspruch 10 sowie eine Vorrichtung nach Anspruch 14 oder Anspruch 15 gelöst.
- 45 [0009] Um den Innendruck eines Hohlkörpers auf einen vorgegebenen Soll-Innendruck mit einer vorgegebenen Toleranz zu erhöhen, wird gemäß Anspruch 1 ein mit dem Hohlkörper verbundener Druckerzeuger verwendet. Vor dem Erhöhen wird der Ist-Innendruck des Hohlkörpers ermittelt. Während des Erhöehens wird ein vom Druckerzeuger erzeugter Druck ermittelt. Erfindungsgemäß werden mehrere Druckerhöhungsschritte durchgeführt. Für jeden Druckerhöhungsschritt wird einerseits der Innendruck des Hohlkörpers durch den Druckerhöhungsschritt um einen Betrag erhöht, der kleiner oder gleich einer vorgegebenen oberen Schranke für eine Druckerhöhung im Hohlkörper ist. Andererseits wird der Betrag der durch den Druckerhöhungsschritt bewirkten Druckerhöhung berechnet. Die Durchführung dieser Druckerhöhungsschritte wird abgebrochen, sobald die Summe aus dem Ist-Innendruck vor dem Erhöhen und den Beträgen aller bislang durchgeführten Druckerhöhungen vom Soll-Innendruck um höchstens die vorgegebene Toleranz abweicht.
- 50 [0010] Um den Innendruck eines Hohlkörpers auf einen vorgegebenen Soll-Innendruck mit einer vorgegebenen Toleranz abzusenken, ist der Hohlkörper gemäß Anspruch 10 mit einer Verbindung mit der Umgebung, die einen geringeren Druck als der Soll-Innendruck aufweist, verbunden. Vor dem Absenken wird der Ist-Innendruck des Hohlkörpers ermittelt. Erfindungsgemäß werden mehrere Druckabsenkungsschritte durchgeführt. Für jeden Druckabsenkungsschritt wird einerseits der Innendruck des Hohlkörpers durch den Druckabsenkungsschritt um einen Betrag abgesenkt, der kleiner oder gleich einer vorgegebenen oberen Schranke für eine Druckabsenkung im Hohlkörper ist. Andererseits wird der Betrag der durch den Druckabsenkungsschritt bewirkten Druckabsenkung bestimmt. Die Durchführung dieser Druckabsenkungsschritte wird abgebrochen, sobald die Summe aus dem Ist-Innendruck vor dem Absenken und den Beträgen aller bislang durchgeführten Druckabsenkungen vom Soll-Innendruck um höchstens die vorgegebene Toleranz abweicht.
- 55 [0011] Eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Druckerhöhung umfaßt gemäß Anspruch 14
- 65
- einen Druckerzeuger,
  - eine Versorgungsleitung zwischen Druckerzeuger, Hohlkörper und Umgebung,
  - einen Sensor zum Messen des Innendrucks der Versorgungsleitung



- und ein Steuergerät zur Durchführung der Druckerhöhungsschritte.

[0012] Eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Druckabsenkung umfaßt gemäß Anspruch 15

- eine Verbindungsleitung zwischen dem Hohlkörper und der Umgebung,
- einen Sensor zum Messen des Innendrucks der Versorgungsleitung
- und ein Steuergerät zur Durchführung der Druckabsenkungsschritte.

[0013] Durch das Verfahren wird der Soll-Innendruck des Hohlkörpers in mehreren Schritten sanft angefahren. Die obere Schranke eine Druckerhöhung bzw. Druckabsenkung wird so vorgegeben, daß die jeweiligen Anforderungen z. B. an den Komfort erfüllt werden. Dadurch verspürt beispielsweise ein Insasse eines Personenkraftwagens oder ein Fahrgast eines Reisebusses kein störendes Rucken aufgrund von Druckänderungen beim Verstellen seines Sitzes, der in eine gewünschte Position gebracht wird, indem Soll-Innendrucke von Hohlkörpern im Sitz erfindungsgemäß auf vorgegebene Werte gebracht werden.

[0014] Durch das erfindungsgemäße Verfahren wird vermieden, daß der Druckverlauf überschwingt, also bei einer Druckerhöhung zeitweilig einen Wert über dem Soll-Innendruck und bei einer Druckabsenkung zeitweilig einen Wert unter dem Soll-Innendruck annimmt.

[0015] Das Verfahren spart Sensoren und Messungs-Vorgänge ein. Der Ist-Innendruck des Hohlkörpers vor dem Beginn der Druckänderung wird einmal gemessen, was einen Sensor erfordert. Weiterhin werden die Beträge der Druckerhöhungen bzw. Druckabsenkungen ermittelt. Im Falle einer Druckerhöhung hängen diese Beträge vom Druck, den der Druckerzeuger erzeugt, sowie je nach Ausgestaltung von der Zeitspanne, in welcher der Druck des Druckerzeugers am Hohlkörper anliegt, und/oder vom Volumen des Hohlkörpers sowie dem einer Versorgungsleitung zwischen Druckerzeuger und Hohlkörper ab. Im Falle einer Druckabsenkung hängen diese Beträge je nach Ausgestaltung von der Zeitspanne, in welcher der Druck des Druckerzeugers am Hohlkörper anliegt, und/oder vom Volumen des Hohlkörpers sowie dem einer Versorgungsleitung zwischen Druckerzeuger und Hohlkörper ab. Nicht erforderlich ist es, den Ist-Innendruck des Hohlkörpers während einer Druckänderung erneut zu messen.

[0016] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung werden durch die Unteransprüche festgelegt.

[0017] Gemäß Anspruch 2 wird mindestens ein Druckerhöhungsschritt durch drei Teilschritte durchgeführt.

[0018] In dem ersten dieser Teilschritte werden ein zweites Ventil und ein weiteres Ventil geschlossen und anschließend ein erstes Ventil geöffnet. Das zweite Ventil befindet sich zwischen dem Druckerzeuger und einer Versorgungsleitung, die den Druckerzeuger mit dem Hohlkörper verbindet. Das weitere Ventil befindet sich zwischen dem Hohlkörper und der Versorgungsleitung. Das erste Ventil befindet sich zwischen der Versorgungsleitung und einer Verbindung mit der Umgebung.

[0019] Im nachfolgenden zweiten Teilschritt werden das erste Ventil geschlossen und das zweite Ventil geöffnet. Im nachfolgenden dritten Teilschritt werden das zweite Ventil geschlossen und das weitere Ventil geöffnet.

[0020] Eine vorteilhafte Ausgestaltung dieser Teilschritte wird durch die Ansprüche 3 bis 7 vorgesehen. Gemäß Anspruch 3 wird der erste Teilschritt mindestens solange ausgeführt, bis der Innendruck in der Versorgungsleitung gleich dem Umgebungsdruck ist. Während des zweiten Teilschritts wird vom Druckerzeuger ein gleichbleibender Druck erzeugt.

[0021] Anspruch 4 sieht vor, daß der zweite Teilschritt mindestens so lange ausgeführt wird, bis der Innendruck in der Versorgungsleitung gleich dem vom Druckerzeuger erzeugten Druck ist. Der dritte Teilschritt wird mindestens so lange ausgeführt, bis die Versorgungsleitung und der Hohlkörper den gleichen Innendruck aufweisen.

[0022] Die Ausgestaltung nach Anspruch 4 spart eine Überwachung der Zeitspanne, die das erste Ventil zwischen Versorgungsleitung und Hohlkörper geöffnet ist, ein. Es reicht aus, wenn das erste Ventil so lange geöffnet ist, bis die Ist-Innendrucke von Hohlkörper und Versorgungsleitung zureichend genau übereinstimmen. Hierzu reicht es aus, einmal vorab eine untere Schranke für diese Zeitspanne zu ermitteln, die für alle in der Praxis auftretenden Innendrucke des Hohlkörpers und der Versorgungsleitung ausreichend ist. Bei einem Sitzsystem beträgt diese Zeitspanne z. B. 0,5 sec.

[0023] Anspruch 5 sieht einen Weg vor, wie der Betrag für den vom Druckerzeuger erzeugten Druck bestimmt wird. Er wird in Abhängigkeit

- vom Volumen des Hohlkörpers,
- vom Volumen der Versorgungsleitung,
- von der Summe aus dem Ist-Innendruck vor dem Erhöhen und den Beträgen aller bislang durchgeführten Druckerhöhungsschritte
- und von der vorgegebenen oberen Schranke für eine Druckerhöhung im Hohlkörper

bestimmt.

[0024] Gemäß Anspruch 6 wird der zweite Teilschritt nach Ablauf einer zuvor bestimmten Zeitspanne beendet. Der dritte Teilschritt wird so lange ausgeführt, bis die Versorgungsleitung und der Hohlkörper den gleichen Innendruck aufweisen.

[0025] Anspruch 7 sieht vor, daß der zweite Teilschritt mindestens solange ausgeführt wird, bis der Innendruck in der Versorgungsleitung gleich dem vom Druckerzeuger erzeugten Druck ist. Der dritte Teilschritt wird nach Ablauf einer zuvor bestimmten Zeitspanne beendet.

[0026] Die Ausgestaltungen nach Anspruch 6 und Anspruch 7 erfordern in vielen Situationen weniger Zeit als die Ausgestaltung nach Anspruch 4, weil nicht abgewartet werden muß, bis sich ein gleicher Innendruck eingestellt hat.

[0027] Die Ausgestaltung nach Anspruch 8 ist für den Fall anwendbar, daß der Druckerzeuger über eine Versorgungsleitung mit mehreren Hohlkörpern verbunden ist. Erfindungsgemäße Druckerhöhungsschritte werden abwechselnd für



verschiedene dieser Hohlkörper durchgeführt.

[0028] Anspruch 9 sieht ein Verfahren vor, wie der Ist-Innendruck jedes Hohlkörpers vor dem Erhöhen näherungsweise gemessen wird. Hierfür werden folgende Ventile verwendet:

- 5     – Ein erste Ventil befindet sich zwischen der Versorgungsleitung und einer Verbindung mit der Umgebung.
- Ein zweites Ventil befindet sich zwischen dem Druckerzeuger und einer Versorgungsleitung, die den Druckerzeuger mit den Hohlkörpern verbindet.
- Weitere Ventile befinden sich zwischen jeweils einem Hohlkörper und der Versorgungsleitung.

10 [0029] Nacheinander werden für jeden Hohlkörper folgende Schritte durchgeführt:

- Der Druck in der Versorgungsleitung wird durch Schließen des zweiten Ventils, durch Schließen der weiteren Ventile und durch Öffnen des ersten Ventils auf den Umgebungsdruck reduziert.
- Anschließend wird das erste Ventil geschlossen, und das weitere Ventil für diesen Hohlkörper wird mindestens
- 15     solange geöffnet, bis sich in der Versorgungsleitung und dem Hohlkörper der gleiche Innendruck einstellt.
- Der Innendruck, der sich in der Versorgungsleitung einstellt, wird durch einen Sensor an der Versorgungsleitung gemessen.

[0030] Analoge vorteilhafte Ausgestaltungen sehen die Absenkung des Drucks vor.

20 [0031] Gemäß Anspruch 11 wird mindestens ein Druckabsenkungsschritt durch zwei Teilschritte durchgeführt. Im ersten dieser Teilschritte werden ein weiteres Ventil geschlossen und ein erstes Ventil geöffnet. Das weitere Ventil befindet sich zwischen dem Hohlkörper und der Verbindungsleitung. Das erste Ventil befindet sich zwischen der Umgebung und einer Verbindungsleitung, die den Hohlkörper mit der Umgebung verbindet. Im nachfolgenden zweiten Teilschritt werden das erste Ventil geschlossen und das weitere Ventil geöffnet.

25 [0032] Gemäß Anspruch 12 wird erste Teilschritt mindestens so lange ausgeführt, bis der Innendruck in der Verbindungsleitung gleich dem Umgebungsdruck ist. Der zweite Teilschritt wird mindestens so lange ausgeführt, bis der Innendruck im Hohlkörper gleich dem Innendruck in der Verbindungsleitung ist.

[0033] Im folgenden wird ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens anhand der beiliegenden Zeichnung näher beschrieben. Dabei zeigt

30 [0034] Fig. 1 eine beispielhafte Anordnung von drei Hohlkörpern, deren Innendrucke erfindungsgemäß auf drei Soll-Innendrucke gebracht werden.

[0035] Die beispielhafte Anordnung in der Fig. 1 besteht aus drei Hohlkörpern HK\_1, HK\_2, HK\_3, einem Druckerzeuger DE, einer Versorgungsleitung VL und einer Verbindung UMG zur Umgebung. Die drei Hohlkörper sind durch drei Ventile V\_1, V\_2, V\_3, der Druckerzeuger DE durch ein Ventil V\_4 und die Verbindung UMG zur Umgebung durch ein Ventil V\_5 mit der Versorgungsleitung VL verbunden. Der Druckerzeuger DE kann verschiedene vorgegebene Drücke erzeugen, indem er Druckluft in die Versorgungsleitung VL preßt. Jedes der fünf Ventile läßt sich unabhängig von den anderen vier öffnen und schließen. Weiterhin läßt sich der Innendruck in der Versorgungsleitung VL durch einen Sensor SE messen. Die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird vorzugsweise durch ein in Fig. 1 nicht dargestelltes Steuergerät SG, das z. B. durch einen Mikroprozessor realisiert ist, gesteuert und koordiniert.

40 [0036] Seien

- Vol\_HK\_1, Vol\_HK\_2, Vol\_HK\_3 die Volumina der drei Hohlkörper HK\_1, HK\_2, HK\_3
- Vol\_VL das Volumen der Versorgungsleitung VL
- p\_HK\_1\_Soll, p\_HK\_2\_Soll, p\_HK\_3\_Soll die drei vorgegebenen Soll-Innendrucke für die drei Hohlkörper
- 45     HK\_1, HK\_2, HK\_3, und
- p\_DE der Druck, den der Druckerzeuger DE erzeugt und bei geöffnetem Ventil V\_4 und geschlossenem Ventil V\_5 der Versorgungsleitung VL aufprägt.

[0037] Die Soll-Innendrucke sind um ein Mehrfaches größer als der Umgebungsdruck p\_Umg, der z. B. gleich dem normalen Luftdruck ist. Die vier Volumina sowie die Soll-Innendrucke sind bekannt und werden vor Beginn des Verfahrens im Steuergerät SG abgespeichert. Die vier Volumina sind z. B. aus der Konstruktion der drei Hohlkörper HK\_1, HK\_2, HK\_3 und der Versorgungsleitung VL oder aus Versuchen bekannt. Der Druckerzeuger DE vermag jeden vorgegebenen Druck p\_DE innerhalb eines Betriebsbereiches zu erzeugen. Die Umgebungstemperaturen um die drei Hohlkörper HK\_1, HK\_2, HK\_3 und um die Versorgungsleitung VL sind annähernd gleich.

55 [0038] Für eine Druckerhöhung in den drei Hohlkörpern HK\_1, HK\_2, HK\_3 sind drei obere Schranken  $\Delta p_1$ ,  $\Delta p_2$ ,  $\Delta p_3$  vorgegeben. Oft gilt:  $\Delta p_1 = \Delta p_2 = \Delta p_3$ .

[0039] Zu Beginn des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der Ist-Innendruck in jedem der drei Hohlkörper ermittelt. Der Ist-Innendruck des Hohlkörpers HK\_1 wird ermittelt, indem in einem ersten Teilschritt zuerst alle Ventile geschlossen werden und anschließend das Ventil V\_5 geöffnet wird, wodurch die Versorgungsleitung VL mit einer Verbindung UMG zur Umgebung verbunden wird. Nach Ablauf einer gewissen Zeitspanne ist der Innendruck der Versorgungsleitung VL gleich dem Umgebungsdruck p\_Umg. In einem zweiten Teilschritt wird das Ventil V\_5 geschlossen und anschließend das Ventil V\_1 geöffnet. Nach Ablauf einer weiteren Zeitspanne ist der Innendruck der Versorgungsleitung gleich dem Innendruck des ersten Hohlkörpers HK\_1. Dieser übereinstimmende Innendruck wird gemessen und als Ist-Innendruck des ersten Hohlkörpers HK\_1 verwendet. Dieser Ist-Innendruck wird mit  $p_{HK\_1}^{(0)}$  bezeichnet. Vorzugsweise durch vorab durchgeführte Versuche wird eine untere Schranke für die beiden Zeitspannen ermittelt. Entsprechend werden die beiden anderen Ist-Innendrucke von HK\_2 und HK\_3 ermittelt. Das Steuergerät SG speichert die dergestalt ermittelten Ist-Innendrucke  $p_{HK\_1}^{(0)}$ ,  $p_{HK\_2}^{(0)}$ ,  $p_{HK\_3}^{(0)}$  ab.

[0040] Nacheinander werden Druckerhöhungsschritte für jeweils einen der drei Hohlkörper HK\_1, HK\_2, HK\_3



durchgeführt. Eine Ausführungsform ist die, die Druckerhöhungsschritte zyklisch für HK\_1, HK\_2, HK\_3, dann wieder HK\_1, HK\_2, HK\_3 und so fort auszuführen, bis die Soll-Innendrucke erreicht sind. Eine alternative Ausführungsform sieht vor, daß das Steuergerät SG den Hohlkörper für den nächsten Druckerhöhungsschritt gemäß der Differenz zwischen erreichtem Innendruck und zu erreichendem Soll-Innendruck auswählt.

[0041] Das Steuergerät SG protokolliert nach jedem Druckerhöhungsschritt für HK\_1 den nunmehr im Hohlkörper HK\_1 erreichten Innendruck. Hierfür berechnet das Steuergerät, welchen Betrag der Druckerhöhungsschritt für HK\_1 hatte, und addiert ihn zum alten Wert für den Innendruck. Vorzugsweise protokolliert das Steuergerät SG weiterhin den Innendruck nach jedem Druckerhöhungsschritt in der Versorgungsleitung VL aufgetretenen Innendruck.

[0042] Bezeichne  $p_{HK\_1}^{(n)}$  den Innendruck im ersten Hohlkörper HK\_1 nach dem n-ten Druckerhöhungsschritt und  $p_{HK\_1}^{(0)}$  den vor Beginn der Druckerhöhungsschritte gemessenen Innendruck in HK\_1. Dann ist

$$p_{HK\_1}^{(n)} = p_{HK\_1}^{(0)} + p_{DES}^{(1)} + \dots + p_{DES}^{(n)}.$$

[0043] Hierbei bezeichnet  $p_{DES}^{(i)}$  den Betrag des i-ten Druckerhöhungsschrittes für HK\_1 ( $i = 1, \dots, n$ ).

[0044] Für einen Druckerhöhungsschritt für HK\_1 sind bevorzugt die folgenden drei Ausführungsformen vorgesehen: In der ersten Ausführungsform werden in einem ersten Teilschritt alle Ventile geschlossen. Anschließend wird das Ventil V\_5 so lange geöffnet, bis der Innendruck in der Versorgungsleitung VL gleich dem Umgebungsdruck ist. In einem zweiten Teilschritt wird das Ventil V\_4 geöffnet. Der Druckerzeuger prägt der Versorgungsleitung VL einen vom Steuergerät SG vorgegebenen Druck  $p_{DE}$  auf. Das Ventil V\_4 bleibt so lange geöffnet, bis der Innendruck in der Versorgungsleitung VL gleich dem aufgeprägten Druck  $p_{DE}$  ist. In einem dritten Teilschritt werden das Ventil V\_4 geschlossen und anschließend das Ventil V\_1 so lange geöffnet, bis sich in der Versorgungsleitung VL und dem ersten Hohlkörper HK\_1 derselbe Innendruck eingestellt hat. Dann wird das Ventil V\_1 wieder geschlossen.

In der zweiten Ausführungsform wird abweichend von der ersten Ausführungsform im zweiten Teilschritt das Ventil V\_4 nur für eine vom Steuergerät SG vorgegebene Zeitspanne geöffnet. Die Zeitspanne ist so kurz, daß der Innendruck in der Versorgungsleitung VL nach Ablauf der Zeitspanne geringer als der vom Druckerzeuger DE erzeugte Druck  $p_{DE}$  ist. Ansonsten stimmt die zweite mit der ersten Ausführungsform überein.

In der dritten Ausführungsform wird abweichend von der ersten Ausführungsform im dritten Teilschritt das Ventil V\_1 nur für eine vom Steuergerät vorgegebene Zeitspanne geöffnet. Die Zeitspanne ist so kurz, daß der Innendruck in der Versorgungsleitung VL nach Ablauf der Zeitspanne größer ist als der im ersten Hohlkörper HK\_1. Ansonsten stimmt die dritte mit der ersten Ausführungsform überein.

[0045] Bei der ersten Ausführungsform braucht die Dauer des zweiten Teilschritts nicht überwacht zu werden. Es reicht aus, z. B. durch vorab durchgeführte Versuche eine untere Schranke für die Zeitdauer zu ermitteln, die erforderlich ist, damit der Innendruck der Versorgungsleitung VL gleich dem erzeugten Druck  $p_{DE}$  ist. Jedoch ist in jeder Ausführungsform sicherzustellen, daß die vorgegebene obere Schranke  $\Delta p_1$  für eine Druckerhöhung in HK\_1 nicht überschritten wird. Bei der ersten Ausführungsform stehen als Stellschrauben die Volumina  $Vol_{HK\_1}$  von HK\_1 und  $Vol_{VL}$  von VL sowie der erzeugte Druck  $p_{DE}$  zur Verfügung, bei der zweiten und dritten Ausführungsform zusätzlich die Zeitspanne, in der im zweiten Teilschritt das Ventil V\_4 bzw. im dritten Teilschritt das Ventil V\_1 geöffnet wird. Falls in der ersten Ausführungsform nicht gewährleistet werden kann, daß die obere Schranke  $\Delta p_1$  für einen Druckerhöhungsschritt eingehalten wird, so wird ein Druckerhöhungsschritt gemäß der zweiten oder dritten Ausführungsform ausgeführt. Das Steuergerät SG kann auch zwischen den Ausführungsformen wechseln, wenn eine Überwachung der Zeitspanne prinzipiell vorgesehen ist.

[0046] Im folgenden wird beschrieben, wie das Steuergerät SG den Betrag  $p_{DES}^{(n)}$  für den n-ten Druckerhöhungsschritt für HK\_1 bestimmt, wobei  $n = 1, 2, 3, \dots$ , falls der Schritt gemäß der ersten Ausführungsform durchgeführt wird. Seien  $p_{HK\_1}^{(n-1)}$  und  $p_{HK}^{(n)}$  die Innendrucke des ersten Hohlkörpers HK\_1 vor bzw. nach dem n-ten Druckerhöhungsschritt für HK\_1. Dann ist

$$p_{HK}^{(n)} = p_{DES}^{(n)} + p_{RK\_1}^{(n-1)}.$$

[0047] Der Innendruck von HK\_1 bleibt bei den ersten beiden Teilschritten unverändert und wird nur im dritten Teilschritt erhöht. Vor dem dritten Teilschritt hat HK\_1 daher den Innendruck  $p_{HK\_1}^{(n-1)}$ , danach  $p_{HK\_1}^{(n)}$ . Die Versorgungsleitung VL hat vor dem dritten Teilschritt den Innendruck  $p_{DE}$  und nach diesem ebenfalls den Innendruck  $p_{HK\_1}^{(n)}$ .

[0048] Die Berechnung für  $p_{DES}^{(n)}$  geht vom idealen Gasgesetz aus. Die Volumina des Hohlkörpers HK\_1 und der Versorgungsleitung VL bleiben unverändert. Da außerdem die Umgebungstemperaturen identisch sind, gilt

$$p_{HK\_1}^{(n-1)} \cdot Vol_{HK\_1} + p_{DE} \cdot Vol_{VL} = p_{HK\_1}^{(n)} \cdot Vol_{HK\_1} + p_{HK\_1}^{(n)} \cdot Vol_{VL} = [p_{HK\_1}^{(n-1)} + p_{DES}^{(n)}] \cdot [Vol_{HK\_1} + Vol_{VL}] = p_{HK\_1}^{(n-1)} \cdot Vol_{HK\_1} + p_{HK\_1}^{(n-1)} \cdot Vol_{VL} + p_{DES}^{(n)} \cdot [Vol_{HK\_1} + Vol_{VL}]$$

[0049] Hieraus folgt:

$$p_{DES}^{(n)} \cdot [Vol_{HK\_1} + Vol_{VL}] = p_{DE} \cdot Vol_{VL} - p_{HK\_1}^{(n-1)} \cdot Vol_{VL} = [p_{DE} - p_{HK\_1}^{(n-1)}] \cdot Vol_{VL}$$

[0050] Durch Auflösung nach  $p_{DES}^{(n)}$  ergibt sich:

$$p_{DES}^{(n)} = [p_{DE} - p_{HK\_1}^{(n-1)}] \cdot Vol_{VL} / [Vol_{HK\_1} + Vol_{VL}]$$

[0051] Das Steuergerät führt die Berechnungen für den n-ten Druckerhöhungsschritt durch, bevor der n-ten Drucker-



höhungsschritt ausgeführt wird. Es ermittelt einen Wert für den durch den Druckerzeuger DE erzeugte und der Versorgungsleitung VL aufgetragten Druck  $p_{DE}$  aufgrund folgender Anforderungen:

- Der Betrag  $p_{DES}^{(n)}$  muß kleiner oder gleich der oberen Schranke  $\Delta p_1$  für den Betrag eines Druckerhöhungsschritts für HK\_1 sein.
- Der Innendruck  $p_{HK_1}^{(n)}$  nach dem n-ten Druckerhöhungsschritt darf nicht größer sein als der Soll-Innendruck  $p_{HK_1\_Soll}$  zuzüglich einer vorgegebenen Toleranz. Ansonsten wäre nach dem n-ten Druckerhöhungsschritt eine Druckabsenkung erforderlich.

**[0052]** Um möglichst schnell den vorgegebenen Soll-Innendruck zu erreichen, wird vorzugsweise für  $p_{DE}$  der größte Wert gewählt, der gemäß der obigen Bedingung noch zulässig ist, ggf. reduziert um einen Sicherheitsabschlag.

**[0053]** Nach Durchführung des n-ten Druckerhöhungsschrittes addiert das Steuergerät zum "alten" Innendruck  $p_{HK_1}^{(n-1)}$  den Betrag  $p_{DES}^{(n)}$ , was den "neuen" Innendruck  $p_{HK_1}^{(n)}$  ergibt.

**[0054]** Für die Druckerhöhungsschritte, die für HK\_2 und HK\_3 ausgeführt werden, gelten entsprechende Zusammenhänge und Randbedingungen.

**[0055]** Eine analoge Ausgestaltung des Verfahrens läßt sich anwenden, um die Innendrucke in den drei Hohlkörpern HK\_1, HK\_2, HK\_3 auf drei vorgegebene Soll-Innendrucke abzusenken. Die Beschreibung bezieht sich wieder auf Fig. 1 mit der Abwandlung, daß der Druckerzeuger DE nicht zur Druckabsenkung benötigt wird.

**[0056]** Nacheinander werden Druckabsenkungsschritte für jeweils einen der drei Hohlkörper HK\_1, HK\_2, HK\_3 durchgeführt, und zwar wie bei Druckerhöhungsschritten zyklisch oder nach Auswahl eines Hohlkörpers durch das Steuergerät SG. Das Steuergerät SG berechnet und protokolliert nach jedem Druckabsenkungsschritt für HK\_1 den nunmehr erreichten Innendruck für den ersten Hohlkörper HK\_1. Bei  $p_{HK_1}^{(n)}$  der Innendruck nach Durchführung des n-ten Druckabsenkungsschritts, und  $p_{DAS}^{(n)}$  bezeichne den Betrag des n-ten Druckabsenkungsschritts für HK\_1 ( $i = 1, \dots, n$ ). Dann ist

$$p_{HK_1}^{(n)} = p_{HK_1}^{(0)} - p_{DAS}^{(1)} - \dots - p_{DAS}^{(n)}.$$

**[0057]** Die folgenden beiden Ausführungsformen sind bevorzugt für einen Druckabsenkungsschritt vorgesehen.

In der ersten Ausführungsform werden in einem ersten Teilschritt alle Ventile geschlossen und anschließend das Ventil V\_5 so lange geöffnet, bis der Innendruck in der Versorgungsleitung VL gleich dem Umgebungsdruck  $p_{Umg}$  ist. In einem zweiten Teilschritt wird das Ventil V\_5 geschlossen und anschließend das Ventil V\_1 geöffnet. V\_1 bleibt so lange geöffnet, bis der Innendruck in der Versorgungsleitung VL gleich dem Innendruck im Hohlkörper HK\_1 ist. Danach wird das Ventil V\_1 wieder geschlossen.

In der zweiten Ausführungsform wird abweichend von der ersten Ausführungsform im zweiten Teilschritt das Ventil V\_1 nur für eine vom Steuergerät SG vorgegebene Zeitspanne geöffnet. Die Zeitspanne ist so kurz, daß der Innendruck nach Ablauf der Zeitspanne kleiner ist als der im ersten Hohlkörper HK\_1. Ansonsten stimmen die zweite und die erste Ausführungsform überein.

**[0058]** Im folgenden wird beschrieben, wie das Steuergerät SG den Betrag  $p_{DAS}^{(n)}$  eines Druckabsenkungsschritts für den Hohlkörper HK\_1, der gemäß der ersten Ausführungsform durchgeführt wird, bestimmt. Bezeichne  $p_{HK_1}^{(n)}$  den Innendruck im ersten Hohlkörper HK\_1 nach dem n-ten Druckabsenkungsschritt. Dann ist

$$p_{HK_1}^{(n)} = p_{HK_1}^{(n-1)} - p_{DAS}^{(n)}.$$

**[0059]** Vor dem zweiten Teilschritt hat HK\_1 den Innendruck  $p_{HK_1}^{(n-1)}$ , danach den Innendruck  $p_{HK_1}^{(n)}$ . Die Versorgungsleitung VL hat vor dem zweiten Teilschritt als Innendruck den Umgebungsdruck  $p_{Umg}$  und nach dem zweiten Teilschritt ebenfalls den Innendruck  $p_{HK_1}^{(n)}$ . Daher gilt:

$$p_{HK_1}^{(n-1)} \cdot Vol_{HK_1} + p_{Umg} \cdot Vol_{VL} = p_{HK_1}^{(n)} \cdot Vol_{HK_1} + p_{HK_1}^{(n)} \cdot Vol_{VL}.$$

**[0060]** Der Summand  $p_{Umg} \cdot Vol_{VL}$  ist vernachlässigbar klein, da sowohl der Umgebungsdruck klein gegenüber dem Innendruck als auch das Volumen der Versorgungsleitung VL klein gegenüber dem des Hohlkörpers HK\_1 ist. Daher gilt:

$$p_{HK_1}^{(n-1)} \cdot Vol_{HK_1} = p_{HK_1}^{(n)} \cdot [Vol_{HK_1} + Vol_{VL}] = [p_{HK_1}^{(n-1)} - p_{DAS}^{(n)}] \cdot [Vol_{HK_1} + Vol_{VL}] = p_{HK_1}^{(n-1)} \cdot Vol_{HK_1} + p_{HK_1}^{(n-1)} \cdot Vol_{VL} - p_{DAS}^{(n)} \cdot [Vol_{HK_1} + Vol_{VL}]$$

**[0061]** Daraus ergibt sich:

$$p_{DAS}^{(n)} \cdot [Vol_{HK_1} + Vol_{VL}] = p_{HK_1}^{(n-1)} \cdot Vol_{VL}$$

und weiter:

$$p_{DAS}^{(n)} = p_{HK_1}^{(n-1)} \cdot Vol_{VL} / [Vol_{HK_1} + Vol_{VL}]$$

**[0062]** Für einen Druckabsenkungsschritt gemäß der ersten Ausführungsform stehen also nur die beiden Stellschrauben  $Vol_{VL}$  und  $Vol_{HK_1}$  zur Verfügung, die während der Durchführung des Verfahrens konstant sind. Der Betrag  $p_{DAS}^{(n)}$  muß kleiner als eine vorgegebene obere Schranke  $\Delta q_1$  für Druckabsenkungsschritte, die für HK\_1 ausgeführt werden, sein. Außerdem muß  $p_{HK_1}^{(n)}$  größer als  $p_{HK_1\_Soll}$  abzüglich einer vorgegebenen Toleranz sein. Ist dies



nicht möglich, z. B. weil  $p_{HK\_1}^{(n-1)}$  schon nahe bei  $p_{HK\_1\_Soll}$  liegt, so wird ein Druckabsenkungsschritt gemäß der zweiten Ausführungsform durchgeführt. Vorzugsweise werden vorab in Versuchen Scharen von Kennlinien ermittelt, die für verschiedene "alte" Innendrucke  $p_{HK\_1}^{(n-1)}$  den zeitlichen Verlauf des Innendrucks in HK\_1 im zweiten Teilschritt angeben. Der Druckverlauf wird hierbei für verschiedene Drücke  $p_{HK\_1}^{(n-1)}$  über der seit Öffnen des Ventils V\_1 verstrichenen Zeitspanne aufgetragen. Das Steuergerät SG hat Lesezugriff auf diese Kennlinien, die digital abgespeichert werden, und ermittelt – bei Bedarf durch Interpolation – wie lange das Ventil V\_1 geöffnet wird. 5

[0063] Das erfindungsgemäße Verfahren läßt sich auch dann in einer analogen Ausführungsform anwenden, wenn der Innendruck in einigen Hohlkörpern erhöht und in anderen abgesenkt werden soll. Das Steuergerät SG entscheidet für jeden Hohlkörper, ob der ermittelte Ist-Innendruck kleiner oder größer als der vorgegebene Soll-Innendruck ist. Beispielsweise werden zyklisch Druckerhöhungsschritte und Druckabsenkungsschritte durchgeführt. 10

Bezugszeichenliste und Liste der Variablennamen

Zeichen	Bedeutung	15
DE	Druckerzeuger	
HK_1, HK_2, HK_3	Hohlkörper, deren Innendruck auf jeweils einen vorgegebenen Wert zu bringen ist	20
$p_{DAS}(n)$	Betrag des n-ten Druckabsenkungsschrittes	
$P_{DE}$	vom Druckerzeuger erzeugter Druck	25
$p_{DES}(n)$	Betrag des n-ten Druckerhöhungsschritts	
$P_{HK\_1}(0)$	Ist-Innendruck des Hohlkörpers HK_1 vor dem Erhöhen	30
$P_{HK\_2}(0)$	Ist-Innendruck des Hohlkörpers HK_2 vor dem Erhöhen	35
$P_{HK\_3}(0)$	Ist-Innendruck des Hohlkörpers HK_3 vor dem Erhöhen	40
$p_{HK\_1\_Soll}$	für den Hohlkörper HK_1 vorgegebener Soll-Innendruck	45
$p_{HK\_2\_Soll}$	für den Hohlkörper HK_2 vorgegebener Soll-Innendruck	





5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

p_HK_3_Soll	für den Hohlkörper HK_2 vorgegebener Soll-Innendruck
p_Umg	Umgebungsdruck
SE	Sensor an der Versorgungsleitung
SG	Steuergerät
UMG	Verbindung mit der Umgebung
V_1, V_2, V_3	weitere Ventile, Ventile zwischen einem Hohlkörper und der Versorgungsleitung
V_4	zweites Ventil, Ventil zwischen dem Druckerzeuger und der Versorgungsleitung
V_5	erste Ventil, Ventil zwischen der Versorgungsleitung und der Verbindung mit der Umgebung
VL	Versorgungsleitung zwischen Druckerzeuger und Hohlkörper
Vol HK 1	Volumen des Hohlkörpers HK 1
Vol HK 2	Volumen des Hohlkörpers HK 2
Vol HK 3	Volumen des Hohlkörpers HK 3
Vol VL	Volumen der Versorgungsleitung
$\Delta p_1$	vorgegebene obere Schranke für eine Druckerhöhung im Hohlkörper HK 1
$\Delta p_2$	vorgegebene obere Schranke für eine Druckerhöhung im Hohlkörper HK 2
$\Delta p_3$	vorgegebene obere Schranke für eine Druckerhöhung im Hohlkörper HK 3
$\Delta q_1$	vorgegebene obere Schranke für eine Druckabsenkung im Hohlkörper HK 1

## Patentansprüche

60

65

1. Verfahren zum Erhöhen des Innendrucks eines Hohlkörpers (HK\_1) auf einen vorgegebenen Soll-Innendruck mit einer vorgegebenen Toleranz unter Verwendung eines mit dem Hohlkörper (HK\_1) verbundenen Druckerzeugers (DE), wobei vor dem Erhöhen der Ist-Innendruck des Hohlkörpers (HK\_1) und während des Erhöhens ein vom Druckerzeuger (DE) erzeugter Druck gemessen werden, **dadurch gekennzeichnet,** daß mehrere Druckerhöhungsschritte durchgeführt werden, wobei für jeden Druckerhöhungsschritt der Innendruck des Hohlkörpers (HK\_1) durch den Druckerhöhungsschritt um einen Betrag erhöht wird, der kleiner



- oder gleich einer vorgegebenen oberen Schranke für eine Druckerhöhung im Hohlkörper (HK\_1) ist, und der Betrag der durch den Druckerhöhungsschritt bewirkten Druckerhöhung berechnet wird, und die Durchführung dieser Druckerhöhungsschritte abgebrochen wird, sobald die Summe aus dem Ist-Innendruck vor dem Erhöhen und den Beträgen aller bislang durchgeführten Druckerhöhungen vom Soll-Innendruck um höchstens die vorgegebene Toleranz abweicht. 5
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Druckerhöhungsschritt dadurch ausgeführt wird, daß in einem ersten Teilschritt ein zweites Ventil (V\_4) und ein weiteres Ventil (V\_1) geschlossen werden und anschließend ein erstes Ventil (V\_5) geöffnet wird, wobei sich das zweite Ventil (V\_4) zwischen dem Druckerzeuger (DE) und einer Versorgungsleitung (VL), die den Druckerzeuger (DE) mit dem Hohlkörper (HK\_1) verbindet, befindet, sich das weitere Ventil (V\_1) zwischen dem Hohlkörper (HK\_1) und der Versorgungsleitung (VL) befindet, und sich das erste Ventil (V\_5) zwischen der Versorgungsleitung (VL) und einer Verbindung (UMG) mit der Umgebung befindet, in einem nachfolgenden zweiten Teilschritt das erste Ventil (V\_5) geschlossen und das zweite Ventil (V\_4) geöffnet werden 10 und in einem nachfolgenden dritten Teilschritt das zweite Ventil (V\_4) geschlossen und das weitere Ventil (V\_1) geöffnet werden.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Teilschritt mindestens solange ausgeführt wird, bis der Innendruck in der Versorgungsleitung (VL) gleich dem Umgebungsdruck ist 20 und während des zweiten Teilschritts vom Druckerzeuger (DE) ein gleichbleibender Druck erzeugt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Teilschritt mindestens so lange ausgeführt wird, bis der Innendruck in der Versorgungsleitung (VL) gleich dem vom Druckerzeuger erzeugten Druck ist, und der dritte Teilschritt mindestens so lange ausgeführt wird, bis die Versorgungsleitung (VL) und der Hohlkörper (HK\_1) den gleichen Innendruck aufweisen. 25
5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Betrag für den vom Druckerzeuger erzeugten Druck in Abhängigkeit vom Volumen des Hohlkörpers (HK\_1), vom Volumen der Versorgungsleitung (VL), von der Summe aus dem Ist-Innendruck vor dem Erhöhen und den Beträgen aller bislang durchgeführten Druckerhöhungsschritte und von der vorgegebenen oberen Schranke für eine Druckerhöhung im Hohlkörper (HK\_1) bestimmt wird. 30 35
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Teilschritt nach Ablauf einer zuvor bestimmten Zeitspanne beendet wird und der dritte Teilschritt so lange ausgeführt wird, bis die Versorgungsleitung (VL) und der Hohlkörper (HK\_1) den gleichen Innendruck aufweisen.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Teilschritt mindestens solange ausgeführt wird, bis der Innendruck in der Versorgungsleitung (VL) gleich dem vom Druckerzeuger (DE) erzeugten Druck ist 40 und der dritte Teilschritt nach Ablauf einer zuvor bestimmten Zeitspanne beendet wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Druckerzeuger (DE) über eine Versorgungsleitung (VL) mit mehreren Hohlkörpern (HK\_1, HK\_2, HK\_3) verbunden ist 45 und Druckerhöhungsschritte abwechselnd für verschiedene dieser Hohlkörper (HK\_1, HK\_2, HK\_3) durchgeführt werden.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Ist-Innendruck jedes Hohlkörpers (HK\_1, HK\_2, HK\_3) vor dem Erhöhen näherungsweise gemessen wird, indem nacheinander für jeden Hohlkörper der Druck in der Versorgungsleitung (VL) durch Schließen eines zweiten Ventils (V\_4) und weiterer Ventile (V\_1, V\_2, V\_3) und durch Öffnen eines ersten Ventils (V\_5) auf den Umgebungsdruck reduziert wird, wobei sich das zweite Ventil (V\_4) zwischen dem Druckerzeuger (DE) und einer Versorgungsleitung (VL), die den Druckerzeuger (DE) mit den Hohlkörpern (HK\_1, HK\_2, HK\_3) verbindet, befindet, sich jedes weitere Ventil (V\_1, V\_2, V\_3) zwischen jeweils einem Hohlkörper und der Versorgungsleitung (VL) befindet, und sich das erste Ventil (V\_5) zwischen der Versorgungsleitung (VL) und einer Verbindung (UMG) mit der Umgebung befindet, anschließend das erste Ventil (V\_5) geschlossen wird und das weitere Ventil (V\_1, V\_2, V\_3) für diesen Hohlkörper mindestens solange geöffnet wird, bis sich in der Versorgungsleitung (VL) und dem Hohlkörper der gleiche Innendruck einstellt, und der Innendruck, der sich in der Versorgungsleitung (VL) einstellt, durch einen Sensor (SE) an der Versorgungsleitung (VL) gemessen wird. 50 55 60
10. Verfahren zum Absenken des Innendrucks eines Hohlkörpers (HK\_1) auf einen vorgegebenen Soll-Innendruck mit einer vorgegebenen Toleranz, wobei vor dem Absenken der Ist-Innendruck des Hohlkörpers (HK\_1) gemessen wird und der Hohlkörper mit einer Verbindung (UMG) mit der Umgebung verbunden ist, die einen geringeren Druck als 65



der Soll-Innendruck aufweist,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß

mehrere Druckabsenkungsschritte durchgeführt werden, wobei für jeden Druckabsenkungsschritt  
der Innendruck des Hohlkörpers (HK\_1) durch den Druckabsenkungsschritt um einen Betrag abgesenkt wird, der  
kleiner oder gleich einer vorgegebenen oberen Schranke für eine Druckabsenkung im Hohlkörper (HK\_1) ist,  
und der Betrag der durch den Druckabsenkungsschritt bewirkten Druckabsenkung bestimmt wird,  
und die Durchführung dieser Druckabsenkungsschritte abgebrochen wird,  
sobald die Summe aus dem Ist-Innendruck vor dem Absenken und den Beträgen aller bislang durchgeführten  
Druckabsenkungen vom Soll-Innendruck um höchstens die vorgegebene Toleranz abweicht.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet,

daß mindestens ein Druckabsenkungsschritt dadurch ausgeführt wird, daß  
in einem ersten Teilschritt ein weiteres Ventil (V\_1) geschlossen und ein erstes Ventil (V\_5) geöffnet werden,  
wobei sich das weitere Ventil (V\_1) zwischen dem Hohlkörper (HK\_1) und der Verbindungsleitung (VL) befindet  
und sich das erste Ventil (V\_5) zwischen der Umgebung und einer Verbindungsleitung (VL), die den Hohlkörper  
(HK\_1) mit der Umgebung verbindet, befindet,  
und in einem nachfolgenden zweiten Teilschritt das erste Ventil (V\_5) geschlossen und das weitere Ventil (V\_1) ge-  
öffnet werden.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß

der erste Teilschritt mindestens so lange ausgeführt wird, bis der Innendruck in der Verbindungsleitung (VL) gleich  
dem Umgebungsdruck ist,  
und der zweite Teilschritt mindestens so lange ausgeführt wird, bis der Innendruck im Hohlkörper (HK\_1) gleich  
dem Innendruck in der Verbindungsleitung (VL) ist.

13. Verwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 12 zur Druckänderung in einem Hohlkörper  
(HK\_1) in einem Sitz eines Kraftfahrzeuges.

14. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet,  
daß die Vorrichtung

einen Druckerzeuger (DE),

eine Versorgungsleitung (VL) zwischen dem Druckerzeuger (DE), dem Hohlkörper (HK\_1) und einer Verbindung  
(UMG) mit der Umgebung,

einen Sensor (SE) zum Messen des Innendrucks der Versorgungsleitung (VL),

ein erstes Ventil (V\_5) zwischen der Versorgungsleitung (VL) und der Verbindung (UMG) mit der Umgebung,

ein zweites Ventil (V\_4) zwischen dem Druckerzeuger (DE) und der Versorgungsleitung (VL),

ein weiteres Ventil (V\_1) zwischen der Versorgungsleitung (VL) und dem Hohlkörper (HK\_1)

und ein Steuergerät zur Durchführung der Druckerhöhungsschritte  
umfaßt.

15. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet,  
daß die Vorrichtung

eine Verbindungsleitung (VL) zwischen dem Hohlkörper (HK\_1) und einer Verbindung (UMG) mit der Umgebung,  
einen Sensor (SE) zum Messen des Innendrucks der Versorgungsleitung (VL),

ein erstes Ventil (V\_5) zwischen der Versorgungsleitung (VL) und der Verbindung (UMG) mit der Umgebung,

ein weiteres Ventil (V\_1) zwischen der Versorgungsleitung (VL) und dem Hohlkörper (HK\_1)

und ein Steuergerät zur Durchführung der Druckabsenkungsschritte  
umfaßt.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---



- Leerseite -

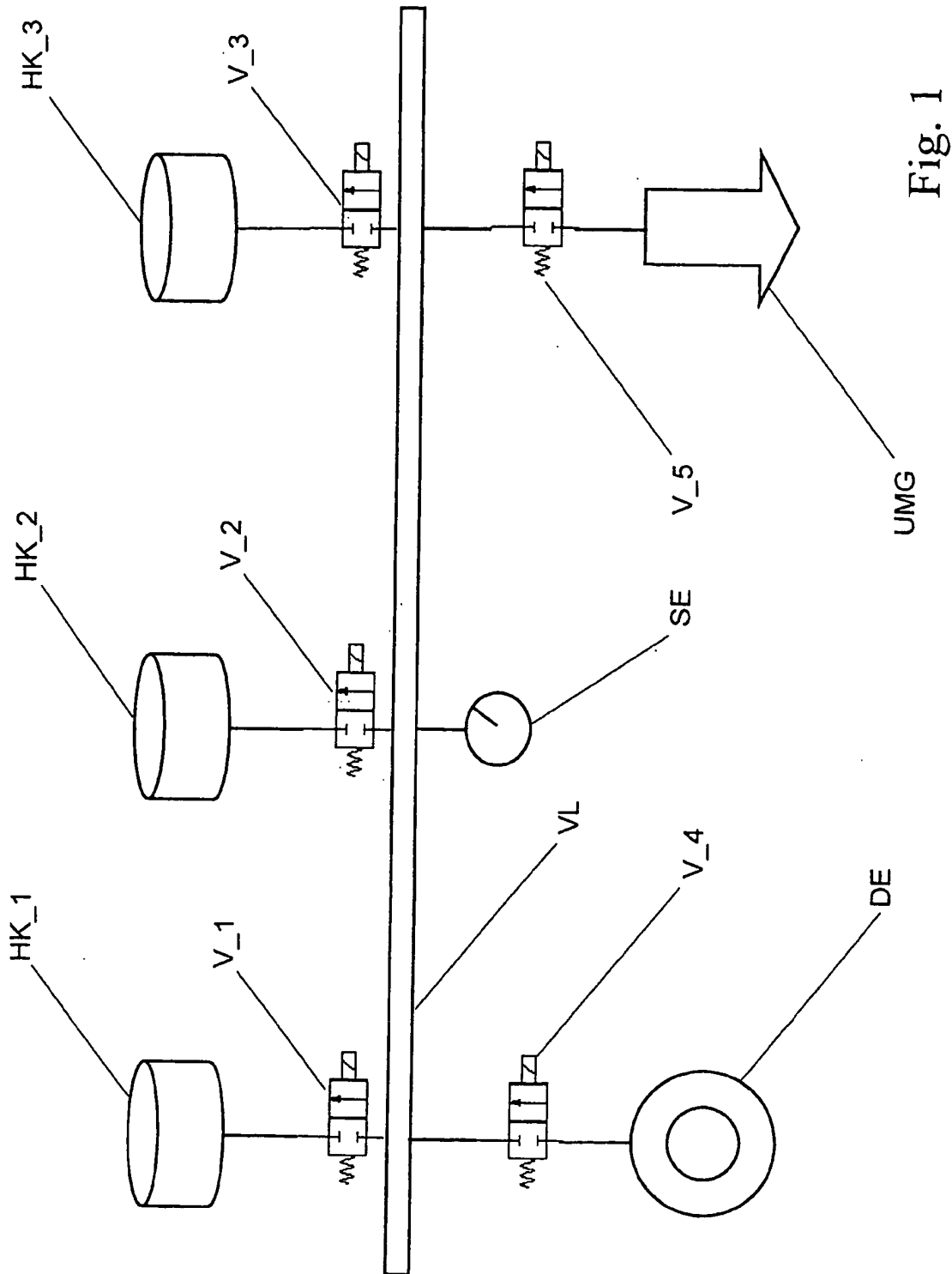


Fig. 1

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: \_\_\_\_\_**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**